

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-009064

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl.	H01L 21/31	C23C 14/50	C23C 14/54
	C23C 16/458	C23C 16/52	H01L 21/68

(21)Application number : 2000-186547

(71)Applicant : HITACHI LTD

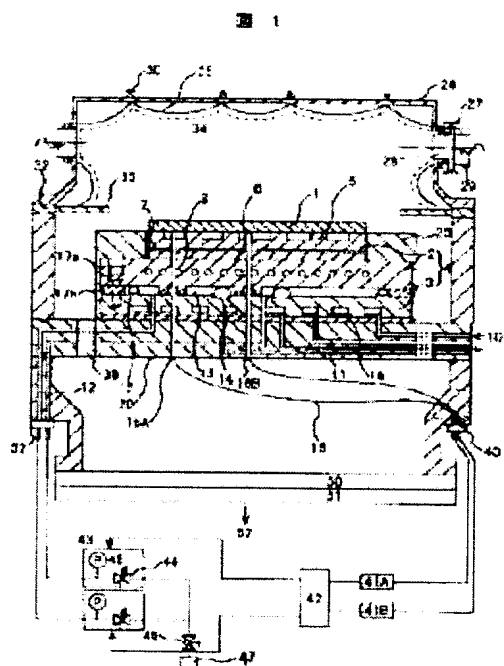
(22)Date of filing : 21.06.2000

(72)Inventor : ISHIGURO KOJI

SETOYAMA HIDETSUGU

MIYA TAKESHI

(54) PROCESSING DEVICE FOR SAMPLE AND PROCESSING METHOD THEREFOR



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve a problem that input heat which changes with time cannot be extracted with good responsiveness and a wafer temperature cannot be kept to be constant at the heating time of heater or plasma heating in conventional technology, that temperature distribution in a wafer face is remarkably deteriorated at the time of processing the wafer at the high temperature, or the plasma processing of good quality is impossible since the heating-up temperature of the wafer cannot be made to be sufficiently high.

SOLUTION: In the processing device of a sample, which plasma-processes the sample, while the temperature of the sample kept by an adsorbing device is controlled, the adsorbing device has a holding member for holding the sample and a cooling member cooling the sample. A recessed part for forming a first heat transmission gas chamber part between the cooling member and the holding member is installed in the cooling member. A recessed part for forming a second heat transmission gas chamber part between the holding member and the sample in a state where the sample is kept is installed. The first or second heat transmission gas chamber part is constituted of a plurality of heat transmission gas chambers that can independently be pressure-controlled.

a first heat transmission gas chamber part between the cooling member and the holding member is installed in the cooling member. A recessed part for forming a second heat transmission gas chamber part between the holding member and the sample in a state where the sample is kept is installed. The first or second heat transmission gas chamber part is constituted of a plurality of heat transmission gas chambers that can independently be pressure-controlled.

対応なし、英抄

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-9064

(P2002-9064A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L 21/31		H 0 1 L 21/31	C 4 K 0 2 9
C 2 3 C 14/50		C 2 3 C 14/50	A 4 K 0 3 0
14/54		14/54	D 5 F 0 3 1
16/458		16/458	5 F 0 4 5
16/52		16/52	

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-186547(P2000-186547)

(22) 出願日 平成12年6月21日 (2000.6.21)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 石黒 浩二

茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分事業所内

(72) 発明者 瀬戸山 英嗣

茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分事業所内

(74) 代理人 100074631

弁理士 高田 幸彦 (外1名)

最終頁に続く

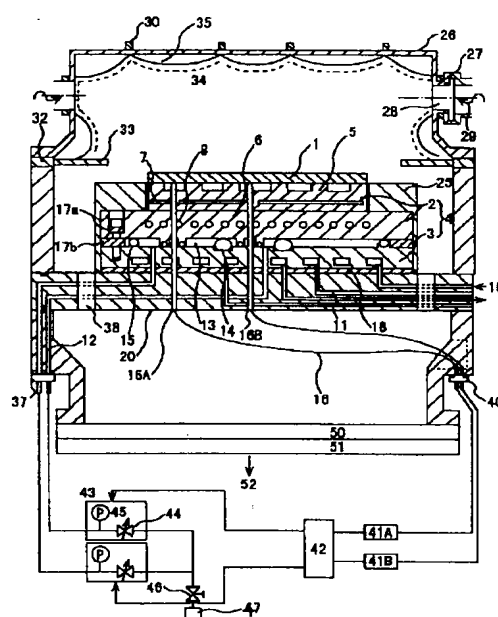
(54) 【発明の名称】 試料の処理装置及び試料の処理方法

(57) 【要約】

【課題】従来技術では、ヒータ加熱時またはプラズマ加熱時、時間とともに変化する入熱分を応答性良く、抜熱しウェハ温度を一定に保つ事は出来ない。高温でウェハ等処理する場合に、ウェハ面内での温度分布は著しく劣化する。また、ウェハの昇温温度を十分高くできないので、良質なプラズマ処理が不可である。

【解決手段】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と冷却を行う冷却部材とを有し、前記冷却部材に該冷却部材と前記保持部材との間に第1の伝熱ガス室部を形成するための凹部を設け、前記試料が保持された状態における前記保持部材と前記試料との間に第2の伝熱ガス室部を形成するための凹部を前記保持部材に設け、前記第1、第2の伝熱ガス室部のいずれか一方を、独立して圧力制御可能な複数個の伝熱ガス室で構成した。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、

前記吸着装置は、前記試料の中心部と外周部に対応して区分された複数の伝熱ガス室を備えており、

前記試料の温度に応じて各伝熱ガス室の圧力を独立に制御する手段を備えたことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 2】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、

プラズマ処理時に、前記試料の中心部および外周部の温度を $500 \pm 50^\circ\text{C}$ から $700 \pm 50^\circ\text{C}$ に維持して処理する手段を備えたことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 3】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、

前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と該保持部材を介して試料の冷却を行う冷却部材とを有し、前記保持部材と前記冷却部材との間に独立して圧力制御可能な伝熱ガス室を複数個形成したことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 4】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、

前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と冷却を行う冷却部材とを有し、前記試料が保持された状態で前記保持部材と前記試料との間に独立して圧力制御可能な伝熱ガス室を複数個形成するための凹部を前記保持部材に設けたことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 5】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、

前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と冷却を行う冷却部材とを有し、前記冷却部材に該冷却部材と前記保持部材との間に第 1 の伝熱ガス室部を形成するための凹部を設け、

前記試料が保持された状態における前記保持部材と前記試料との間に第 2 の伝熱ガス室部を形成するための凹部を前記保持部材に設け、

前記第 1、第 2 の伝熱ガス室部のいずれか一方を、独立して圧力制御可能な複数個の伝熱ガス室で構成したことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 6】請求項 3 ないし 5 のいずれかにおいて、前記複数個の伝熱ガス室は、前記試料の中心部と外周部に対応して設けられた少なくとも 2 つの室を有しており、前記保持部の熱変形パターンに応じて、該熱変形を押さえるように前記半径方向内側と外側の各室の圧力制御を行うことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 7】請求項 1、3 ないし 6 のいずれかにおい

て、前記複数個の伝熱ガス室に対応した複数の位置で前記試料裏面の温度を計測する為の温度計を有し、該温度値をフィードバックして前記試料温度の制御因子を制御することを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 8】請求項 1 ないし 6 のいずれかにおいて、前記試料の処理装置が試料を高温で処理するものであり、前記保持部材内にヒータを有し、前記冷却部材に冷却媒体の流路を有し、

前記複数のガス室相互間の分離に耐熱性の弾性体を使用したことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 9】請求項 8 において、前記制御因子として、試料と前記保持部材間の伝熱ガスの圧力、前記保持部材と前記冷却部材間の伝熱ガス圧力、ヒータ加熱量、冷却媒体の温度、流量を各部位毎に制御する事を特徴とする試料の処理装置。

【請求項 10】請求項 8 において、前記保持部材と前記冷却部材とを間に絶縁物を介し固定することを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 11】請求項 7 において、処理時の温度を前記試料の中心部および外周部で $500 \pm 50^\circ\text{C}$ から $700 \pm 50^\circ\text{C}$ に維持して処理することを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 12】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理方法において、

前記吸着装置は、前記試料の中心部と外周部に対応して区分された複数の伝熱ガス室を備えており、

前記試料の温度に応じて前記複数の伝熱ガス室の圧力を独立に制御して、前記試料をプラズマ処理することを特徴とする試料の処理方法。

【請求項 13】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理方法において、

プラズマ処理時に、前記試料の中心部および外周部の温度を $500 \pm 50^\circ\text{C}$ から $700 \pm 50^\circ\text{C}$ に維持して処理することを特徴とする試料の処理方法。

【請求項 14】保持部材と冷却部材を有する吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理方法において、

前記冷却部材と前記保持部材との間に第 1 の伝熱ガス室部を有し、前記保持部材と前記試料との間に第 2 の伝熱ガス室部を有し、前記第 1 の伝熱ガス室部及び前記第 2 の伝熱ガス室部の少なくとも 1 つは、試料の中心部と外周部に区分された複数の伝熱ガス室で構成されており、前記複数の伝熱ガス室の圧力を独立に制御して、処理時の温度を前記試料の中心部および外周部で $500 \pm 50^\circ\text{C}$ から $700 \pm 50^\circ\text{C}$ に維持して処理することを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 15】処理室に試料を真空ロボット等の搬送系により搬入する工程と、前記試料を前記処理室内のヒータと

10

20

30

40

50

吸着電極とを含んだ保持部材に搭載する工程と、前記試料を前記保持部材に吸着する工程と、前記保持部材内のヒータにより加熱する工程と、前記試料と前記保持部材間に圧力をコントロールしてガスを供給する工程と、冷却流路を有する冷却部材と前記保持部材間に圧力をコントロールしてガスを供給する工程と、前記冷却部材に温度、流量をコントロールして冷却媒体を供給する工程と、前記処理室内にプラズマを発生させる工程と、前記試料を前記保持部材から脱着する工程と、前記試料を前記処理室より搬出する工程を含むことを特徴とする試料の処理方法。

【請求項16】保持部材と冷却部材を有する吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理方法において、前記冷却部材と前記保持部材との間に第1の伝熱ガス室部を有し、前記保持部材と前記試料との間に第2の伝熱ガス室部を有し、前記第1の伝熱ガス室部及び前記第2の伝熱ガス室部の少なくとも1つは複数の伝熱ガス室で構成されており、前記試料の裏面の温度を中心部、外周部等の2ヶ所以上において実測する工程と、該温度の実測値と設定値との差異を検出する工程と、前記第1の伝熱ガス室、前記第2の伝熱ガス室のガス室毎のガス圧力、ヒータの加熱量、冷却媒体の流量、温度の少なくとも1つを制御する工程とを含むことを特徴とする試料の処理方法。

【請求項17】保持部材と冷却部材を有する吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理方法において、前記冷却部材と前記保持部材との間に第1の伝熱ガス室部を有し、前記保持部材と前記試料との間に第2の伝熱ガス室部を有し、前記第1の伝熱ガス室部及び前記第2の伝熱ガス室部の少なくとも1つは複数の伝熱ガス室で構成されており、前記複数の伝熱ガス室は、前記試料の中心部と外周部に対応して設けられた少なくとも2つの室を有しており、前記保持部の熱変形パターンに応じて、該熱変形を抑ええるように前記中心部と外周部の各室の圧力制御を行うことを特徴とする試料の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はウェハー等の試料の処理装置及び試料の処理方法に係り、特に、CVD装置などの半導体製造装置に用いられる高温型吸着装置とこの高温型吸着装置による試料の処理方法およびこれを搭載するCVD装置などの半導体製造装置に関する。本発明は、もちろん、液晶プラズマ処理装置、スパッタ装置等にも適用可能である。

【0002】

【従来の技術】半導体処理装置に関し、近年の微細化、高アスペクト比の層間絶縁膜埋め込みにおいては、従来の方法（TEOS-03 CVD等）と比較して処理後の膜劣化、フ

ロセス数の少ない、HDP-CVD（高密度プラズマCVD）が注目されているが、このHDP-CVDではこの層間絶縁膜の膜質としては、熱酸化膜と同等レベルをユーザから要求されている。

【0003】図16に、基板温度と膜質（熱酸化膜のエッチング速度比）との関係を示す。この図より、熱酸化膜と同様な膜質を得るためには、基板温度は600℃近傍の高温まで上昇させなければならない事が判る。又、ウェハー内で温度分布は膜質分布より必要とされる温度分布範囲内とする必要がある。

【0004】上記要求に対して、従来実際行われている方法は、静電チャックとウェハー間のHe圧力を高真空近傍とし、熱絶縁して昇温するものである。しかし、この方法では、周囲への熱輻射による熱逃げ、他の部材との接触部で熱伝導による熱逃げ等が有り、十分に温度を上げる事は出来ないし、高温の昇温時に温度分布が、著しく劣化するという問題点がある。

【0005】ここで、ウェハー表面温度を制御するための従来技術の概略構造と問題点を述べる。

【0006】まず、特開平9-17849号公報には、窒化物セラミックス基材にヒータを埋め込んだ半導体ウェハー保持部材と金属製の冷却装置との間に耐熱材料製の繊維の結合体または発泡材の介在層を有する構造が記載されている。

【0007】また、特開平10-64985号公報には、高温型吸着装置にウェハーステージにヒータと冷却配管を有するものが開示されている。すなわち、保持部材にヒータを持ち、これにて保持部材を昇温させると、同時にプラズマからの入熱分を抜熱する冷却部とを一体化する構造が記載されている。

【0008】上記特開平9-17849号公報に記載のものは、下記の問題点があり、プラズマ入熱時に一定温度範囲内に温度制御する事は出来ないと考えられる。

(1) 時間で変化するプラズマから入熱分の抜熱に上記介在層に圧力を加え、保持部材と冷却装置との間の熱伝達量を調整する構造であるが、実際、時々刻々変化するプラズマ入熱量に対応し、介在物の圧力を変化させる事はかなり難しい。

(2) HDP-CVDのようなウェハー面上でのパワー密度が10W/cm²におよぶような高パワー密度となると、上記のような介在層に圧力を加え抜熱するような構造では抜熱を十分行う事は実際かなり難しい。

【0009】次に、特開平10-64985号公報に記載のものも、同様に下記問題点により、プラズマ入熱時、ウェハー表面温度を一定温度範囲内に制御する事は出来ないと考えられる。

【0010】(1) ウェハー処理温度を数百℃とする場合、冷却配管の壁面は金属製ジャケットで大きな温度勾配を持たせる場合であっても、例えば200℃程度を超えてしまう。このような高温でも、気化せず安価で安全に

半導体製造装置に使用できる冷却媒体種はかなり数が制限される。

(2) 上記冷却媒体でウェハへの入熱パワー密度がHDP-CVDのように10W/cm²程度の大きなパワー密度に達する場合、十分に放熱するには壁面での熱伝達係数を十分大きくとれない為、伝熱面積を十分大きくする必要が有るが、現実的には冷却ジャケットの面積の制限から十分冷却効果が取れない問題がある。

(3) 静電チャックを高温加熱する場合、静電チャック自身の熱変形を許容値以内に抑える為には、金属製ジャケットに十分剛性をもたせる必要があり、厚みを十分大きく製作する必要がある。この為、静電チャック自体が重くなりメンテナンスが悪くなる等問題点がある。

(4) 入熱量が時々刻々に変化するプラズマ処理中において、入熱増加、減少分に応じて加熱または冷却する場合、静電吸着装置の熱容量が大きい為、応答性良く、温度をある一定範囲内にする為には、かなり大きな加熱能力を有するヒータまたは冷却能力を有する冷却ユニットが必要で現実的ではない。

【0011】一方、特開平2-135753号公報の第7図には、試料と電極との間にガスを導入するための空間が形成されるとともに、電極と試料台との間にもガスを導入するための空間が設けられたものが記載されている。

【0012】この公報に記載のものも、上記と同様の問題点があり、プラズマ入熱時に一定温度範囲内に温度制御する事は出来ないと考えられる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】従来技術の問題点は上記した通りであるが、要点を下記する。

(1) ヒータ加熱時、及びプラズマ入熱時、時々刻々変化する入熱量に対応して、保持部材と冷却装置間での十分に応答性良く熱伝達量を変化させる事が出来ず、ウェハの表面温度分布の均一性が劣化する。

(2) ウェハ保持部材の加熱温度が例えば300℃程度を超える場合には、保持部材と冷却部材とに、十分大きな温度勾配をつけれないので、冷却部材の壁面が200℃を超える。このような条件で安全、安価で十分な冷却性能を得られる冷却媒体種はかなり少ない。

(3) ウェハ処理温度が300℃程度を超える場合で、HDP-CVDのようなパワー密度が10W/cm²程度となる大きな入熱がある場合、使用できる冷却媒体で十分な冷却能力を持たず、ウェハの表面温度分布の均一性が劣化する。

(4) 静電チャックの熱変形を許容値内に抑える為、冷却部を十分剛性を大きくする必要があるが、これにより冷却板が重くなり、メンテナンス性が著しく劣化する問題が有る。

(5) 静電吸着装置の熱容量が大きい為、時々刻々変化するプラズマ入熱に対応して応答性良く、ある温度範囲に静電吸着装置の温度を制御するにはかなり大きなヒータま

たは冷却能力を有する冷却ユニットが必要であり、装置の大型化、コストアップとなる。

【0014】本発明は、上記各事項を考慮し、膜質の均一性劣化を生ずる試料表面の温度不均一性を解消し、膜質の良好な均一性の高い処理済試料を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決する為、吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、前記吸着装置は、前記試料の中心部と外周部に対応して区分された複数の伝熱ガス室を備えており、前記試料の温度に応じて各伝熱ガス室の圧力を独立に制御する手段を備えたことを特徴とする。

【0016】本発明の他の特徴は、吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、プラズマ処理時に、前記試料の中心部および外周部の温度を500±50℃から700±50℃に維持して処理する手段を備えたことにある。

【0017】本発明の他の特徴は、吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と該保持部材を介して試料の冷却を行う冷却部材とを有し、前記保持部材と前記冷却部材との間に独立して圧力制御可能な伝熱ガス室を複数個形成したことにある。

【0018】本発明の他の特徴は、吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と冷却を行う冷却部材とを有し、前記試料が保持された状態で前記保持部材と前記試料との間に独立して圧力制御可能な伝熱ガス室を複数個形成するための凹部を前記保持部材に設けたことにある。

【0019】本発明の他の特徴は、吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と冷却を行う冷却部材とを有し、前記冷却部材に該冷却部材と前記保持部材との間に第1の伝熱ガス室部を形成するための凹部を設け、前記試料が保持された状態における前記保持部材と前記試料との間に第2の伝熱ガス室部を形成するための凹部を前記保持部材に設け、前記第1、第2の伝熱ガス室部のいずれか一方を、独立して圧力制御可能な複数の伝熱ガス室で構成したことにある。

【0020】本発明の他の特徴は、前記複数の伝熱ガス室は、前記試料の中心部と外周部に対応して設けられた少なくとも2つの室を有しており、前記保持部の熱変形パターンに応じて、該熱変形を押さえるように前記半径方向内側と外側の各室の圧力制御を行うことにある。

【0021】本発明の他の特徴は、吸着装置に保持され

た試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理方法において、前記吸着装置は、前記試料の中心部と外周部に対応して区分された複数の伝熱ガス室を備えており、前記試料の温度に応じて前記複数の伝熱ガス室の圧力を独立に制御して、前記試料をプラズマ処理することにある。

【0022】本発明によれば、試料を高温で温度分布の均一性を保ち、プラズマ処理する事が可能となり、高品質な処理済試料を提供できる。

【0023】本発明のより具体的な特徴を列挙すると次の通りである。

(1) 保持部材とウェハー裏面間、保持部材と冷却部材間に伝熱ガス室を設けた。またガス室を2個以上の部位に分離した。例えば、ウェハー中心部、外周部というように2個所に分離した。

(2) 上記ガス室分離の為、保持部材と冷却部材との間に耐熱性を有する弾性体（例えば、バイトンリング等）を使用した。また、ヒータを内蔵した静電チャックを含む保持部材の加熱時の熱変形量を考慮し、シールを保持できるシール材の太さを考慮し、熱変形後もHeガス圧を保てるようにオリフの溝深さ、及び、リング保持構造とした。

(3) 各部位毎にウェハー裏面の温度を測定する為の温度計を配置し、ウェハー温度測定値と目標値との差異を検知し、制御因子を制御するコントローラを用い、独立に制御した。

(4) 上記制御因子として、ウェハー裏面と保持部材表面間、および保持部材と冷却部材間のHeガス圧力、ヒータ加熱量、冷却媒体の温度、流量を変化させた。

(5) 熱逃げを抑制する為、保持部材と冷却部材との接触面に熱絶縁物を配置した。

(6) 上記、熱絶縁物の接触面積を小さくする為、軽量で強度のあるハニカム構造等を用いた。

【0024】(1) 本発明によれば、上記特徴(1)を採用する事によって、保持部材と冷却部材との間の熱伝達係数を伝熱ガスの圧力によって自由に応答性良く変化させられるので、完全断熱状態から強制水冷の約数分の1程度の熱伝達効果を得る事が可能になる。

(2) 上記特徴(1)を採用する事によって、ウェハー面上の温度均一性を劣化させている各部位毎に伝熱ガス室を分離できるので、独立して各部位毎に温度制御が可能となり、ウェハーの温度均一性を向上させる事が可能となる。

(3) 上記特徴(2)を採用する事によって、伝熱ガス室の分離に耐熱性の弾性体を使用する事で、ウェハー保持部の熱変形による伝熱ガス空間でのガスリークを防止でき、伝熱ガス室を分離できるので、独立して各部位毎に温度制御が可能となり、ウェハーの温度均一性を向上させる事が可能となる。

(4) 上記特徴(3)を採用する事によって、各部位毎の測温し、目標値になるようフィードバックできるので各部位毎にウェハー表面温度分布を均一化できる。

(5) 上記特徴(4)を採用する事によって、ウェハー裏面

と保持部材表面間、および保持部材と冷却部材間のHeガス圧力、ヒータ加熱量、冷却媒体の温度、流量の少なくとも1つの制御因子を制御する事で、ウェハーの温度均一性を向上させる事が可能となる。

(6) 上記特徴(5)を採用する事によって、保持部材と冷却部材間の接触面で生じる熱逃げを防止しウェハーの温度均一性を向上させる事が可能となる。

(7) 上記特徴(6)を採用する事によって、保持部材と冷却部材間の接触面で熱逃げを防止しウェハーの温度均一性を向上させる事が可能となる。

【0025】なお、本発明は、半導体等のウェハーのみでなく液晶製造装置、プラズマエッチング装置、スパッタ装置等にも適用可能である。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を説明する。図1は本発明の第1の実施例を示すプラズマ処理装置の概略図であり、図2は、図1の実施例における保持部材と冷却部材の各平面図である。以下、プラズマCVD装置を例にして説明する。プラズマCVD装置は、反応室26と、この反応室26内にμ波29を導入するμ波導波管27と、μ波透過窓28の回りに配置した永久磁石30と、反応室26内に処理ガスを供給するノズル33を備えている。また、保持部材2と冷却部材3で形成される高温型静電チャック4を備えている。試料即ちウェハー1等の処理対象物は、処理時、高温型静電チャック4によって静電吸着される。

【0027】静電チャック部材5は、ウェハー面側の表面を凹凸に高さ数十μmから数百μmの凹凸の加工されている。図2に示すように、静電チャック部材5の外周縁には環状の土手部2Dが形成され外周辺からのHeガスリーク量を制限している。また、内側の2つの土手部により静電チャック表面は3箇所(2A~2C)に分離され、各土手部に小さな幅のスリットが設けられている。

【0028】保持部材2の内部には正、負用の2ヶの吸着電極7を含んでいる。吸着電極7は図示しない直流バイアス電源で正負の電圧を印加されている。静電チャック部支持板6はヒータ8を内蔵しており、静電チャック部材5を一定時間内に一定温度まで昇温する。静電チャック部材5と静電チャック部支持板6とはIn等のろう付け又は金属接合等で接合されている。静電チャック部材5と静電チャック部支持板6は加熱時の熱変形を抑制する為、熱膨張係数のある範囲内で合わせるとか、間に傾斜材料を挟む等の手法がとられる場合がある。

【0029】冷却部材3の内部には、冷却媒体10用の冷却流路11とHeガス用流路12が有る。

【0030】冷却部材3の上面すなわち、保持部材2側の面には、図2に示すように2つの伝熱ガス室用空間13A、13Bが設けられており、各伝熱ガス室用空間13A、13Bの仕切りには耐熱性が高い弾性体（例えば、バイトンリング）14が使用される。又、冷却部材3

の外周部にリング 15 を配置し、保持部材 2 と冷却部材 3 との隙間を伝わり、リングする He 量を無くし、ウェハー温度の均一性を向上させる。図 1、図 2 の例では冷却部材 3 の上面が半径方向の内外 2 個所に区切られているのみであるが、数個所に伝熱ガス室用空間を分離、形成する事も可能である。これらの伝熱ガス室用空間と保持部材 2 の下面とにより、ガス室 13 が形成される。温度分布の均一性をより向上させる為には、伝熱ガス室 13 を複数個に分離形成した方が有利である。また、試料の径が大きいものでは、半径方向を 3 個所に区切る、あるいは半径方向に加えて、円周方向にも複数に区切って、圧力制御可能な複数の伝熱ガス室を設けても良い。

【0031】保持部材 2 と冷却部材 3 との熱絶縁の為、絶縁物 17a、b を挟んでネジ等で、固定する。高温型静電チャック 4 と高温型静電チャック用支持板 20 との絶縁の為、絶縁物 18 を挟んでいる。これは、高温型静電チャック 4 に高周波が印加される場合、又静電チャック部材に図示していない RF 電極に高周波が印加される場合の高周波絶縁に使用されるもので、テフロン（登録商標）、AlN 等の材料が使用される。

【0032】16 は光ファイバー温度計プローブであり、ウェハー・ウェハー裏面の温度を測定するものである。このプローブ部分の穴を利用してウェハー・ウェハー裏面の空間 2A~2C の空間に供給される伝熱ガスの通路を形成しても良い。また、ウェハー昇降ピンの通路を形成しても良い。高温型静電チャック 4 の金属面には、スパッタによる金属汚染を発生しないようにカバー 25 が配置される。

【0033】本発明で上記伝熱ガス室 13 を 2 ケ以上の部位に分離した理由を下記する。ガス室内の He ガス圧と熱伝達係数 α の関係は平行平板の場合、図 3 に示ようになる。ウェハーを約 200℃~約 700℃（保持部材での温度勾配も含む）で処理する場合、HDP-CVD のような高パワー密度（例えば 10W/cm²）を考えた場合、 α として最大 1000W/cm²・K 以上程度必要であり、静電チャックの最大吸着力が通常 20 Torr 程度である事を考慮すると、必要な He のガス層の厚みは約 50 μ m 程度と大変小さい幅となる事が判る。

【0034】ヒートによる加熱時、プラズマ入熱がある場合は、入熱パターンで保持部は時間とともに凹凸の形状に複雑に変化する。保持部のヒート加熱時、プラズマ入熱時等の熱変形のパターンを図 4 に示す、凸型、凹型がある。この熱変形量はプラズマ入熱量、保持部材の形状、材質、固定方法等の影響を受けるが、最大数十 μ m 程度に達する。これは上記 He ガス室高さ 50 μ m と比較して無視できるもので無いことがわかる。

【0035】これを図 5 を用いて説明する。例えば、He 圧が 20 Torr とする。最初、He ガス室高さ H が 50 μ m であったが、保持部材の熱変形により、図 4 に示す凸型に変形し中心部の高さが小さくなり、20 μ m となったとする。この時の α は、

$\alpha \approx 1100 \text{ W/cm}^2 \cdot \text{K}$ ($H=50 \mu\text{m}$)

$\alpha \approx 1350 \text{ W/cm}^2 \cdot \text{K}$ ($H=30 \mu\text{m}$)

と大きく変化する。

【0036】プラズマ入熱パワー密度を 10W/cm² とすると、上記 α での温度上昇値は各々、

$\Delta T = 91 \text{ deg}$ ($H=50 \mu\text{m}$)

$\Delta T = 74 \text{ deg}$ ($H=30 \mu\text{m}$)

となり、中心部と He ガス室の高さが変化しない外周部と中心部で温度差は $91-74=17 \text{ deg}$ になる。つまり、ガス室を一つで形成すると、保持部材の無視できない熱変形により冷却効果に大きな差異を生じ、ウェハー表面の温度分布を著しく劣化させる。

【0037】各保持部の変形パターンでの温度上昇値の形状を各々図 6 に示す。熱変形パターンが凹となるか凸になるかで、温度上昇値の分布は他の要因を無視すると正反対になる事が判る。

【0038】ウェハー表面の温度分布は主に下記の影響を受けている。

- (1) 加熱源であるプラズマ密度分布
- (2) 加熱源であるヒートの発熱量の分布
- (3) 保持部材表面とウェハー裏面間の He ガス圧力分布
- (4) 保持部材と冷却部での接触による熱逃げ
- (5) 保持部材と冷却室間の冷却ガス圧分布
- (6) 冷却室と冷却室固定板間の熱逃げ
- (7) 周囲チャンバー内壁面への熱輻射
- (8) 保持部材中の静電チャックカバーへの熱逃げ
- (9) 冷却路での抜熱量分布

等、非常に多くの影響因子が有り、高温になると、特に温度分布を均一化する事は非常に難しくなる。また、温度制御応答性の点から、制御対象となるウェハー裏面にできるだけ近い位置での制御因子を使用するのが望ましい。

【0039】以下に本発明の実施例の説明を続ける。図 1 において、反応室 26 壁面から μ 波導波管 27 で導入する。この μ 波 29 を μ 波透過窓 28 より導入し、 μ 波透過窓 28 の回りに配置した永久磁石 30 による ECR 共鳴を利用し、高エネルギー電子を発生させ、プラズマ 32 のプラズマ 33 から供給される処理ガスを解離、電離してプラズマ 34 が生成される。反応室 26 の天板、側壁に配置した永久磁石 30 によりガス磁場 35 を形成し、プラズマ 34 を閉じ込める。

【0040】保持部と冷却部の接触部での熱絶縁の為、AlN 等の断熱材を挟み、また He ガス圧の分布を均一化する為、リングを絶縁物 17a、17b を介し固定する。これにより熱逃げ量を最低限に抑えることが出来る。

【0041】又は、保持部材と冷却部材との接触面積を減らす為に、熱絶縁材を図 7 に示すようなハニカム構造体とすることも可能である。

【0042】光ファイバー温度計プローブ 16 は導入端子フランジ 40 を介し、コントローラ 41A、41B に接続される。こ

の温度読み値はHeガス圧と熱伝達係数 α との関係データが入力されたフィードバック回路42に入る。次に、上記入力データよりHeガス圧の増減分 $\Delta P1$ 、 $\Delta P2$ がHeガス圧力コントローラ43に入力され設定Heガス圧力を変更する。Heガス圧力コントローラ43はマスフロー44と圧力計45で構成される。Heガスはガスボンベ47から図示しないレギュレータ、手動バルブ46を介して供給される。温度制御方法について下記により詳しく説明する。

【0043】例えば、あるプロセスにおいて、熱変形により保持部が凸の形状に変形した場合について考える。この時のプラズマ入熱、Heガス室高さHの変化（中心部）、ウェハー温度変化（中心部）、He圧力の変化を図8に示す。プラズマ入熱による熱変形は、図8に示すようにより大きくなる。

【0044】図9に示すように、Heガス室高さHが変化する事で熱伝達係数 α は小さくなる為（ $\alpha1 \rightarrow \alpha2$ ）、ウェハー温度は上昇し、ついには許容範囲外に上昇する。

【0045】光ファイバー温度計からの測定値と制御したい温度値との比較を図10のステップ102に示すフィードバック制御で比較演算し、ステップ104の比較において測定値が仕様値でない場合、ステップ106で図9に示す関係よりHeガス圧をP1からP2へ変化させ、マスフローコントローラに制御したいHeガス圧設定値を入力する。

【0046】これにより、ウェハー温度は図8に示すように変化する。上記構成によりウェハー中心部温度は、ある許容範囲内に温度制御する事が可能になる。ウェハー外周部でも同様に温度を独立して制御する。

【0047】図11に、上記実施例に示す半導体処理装置によりウェハー1にプラズマCVDによる成膜処理をする場合の、処理手順の一例を示す。図11は、ヒータ出力Q1、保持部材～冷却部材間のガス圧力（中心部）P1、保持部材～冷却部材間のガス圧力（外周部）P2、ウェハー～保持部材間のガス圧力P3、プラズマ入熱Q2、保持部材の表面温度T1、ウェハー温度T2の時間変化を示す。各々のグラフの横軸は、時間を示している。横軸で同じ位置に有れば同じ時間を示している。

【0048】（a）ウェハー1枚目のプラズマ処理前
t0～t1間でP1、P2を0近傍の圧力値にする。t1で保持部材2のヒータ8に通電する事で、Q1の発熱を生じ、保持部材が加熱される。この時、P1、P2は、各々0近傍の為、熱絶縁になっており、冷却部材に熱が逃げないため、ヒータにより効率的に、所望の温度まで、最短時間で昇温できる。t2でウェハーを真空ロボット等で保持部材2の直上に移動させ、図示していないウェハー昇降ビンによって、ウェハー1を保持部材2の上に載せる。次に吸着電極7にプラス、またはマイナスの電圧を印可し、ウェハー1を吸着する。t3でウェハー～保持部材間のガス室にガスがある圧力を保ち、導入する。t2～t3では、ウェハーは、加熱された保持部材と接触熱伝達で昇温し、t3でガス熱伝達で、

昇温する。ガス熱伝達の場合、接触熱伝達と比較して、伝熱効果が著しく増加する為、ウェハー温度変化は大きく、短い時間で昇温する。t4にてヒータの出力を小さくし、0にする。これにつれて保持部材の表面温度T1、ウェハー温度T2は、図11に示すように低くなる。

【0049】（b）ウェハー1枚目のプラズマ処理

t5にプラズマ点火する。図11には、ウェハー1への入熱量が中心部で外周部と比較して大きい場合を示している。ウェハーの表面の各部位での温度を一定に保つ為、各伝熱ガス室において、図8に示すようにガス圧力を変化させる。この場合、ウェハーの中心部に比較し、外周部のガス圧力を低くし、ガスによる熱伝達係数を低下させ、ウェハー1の温度を外周部で、中心部と比較して、温度上昇値を大きくし、ウェハー面上での温度を高くし、プラズマ入熱時のウェハー面内の温度分布の均一性を向上させる。逆に、外周部が中心部と比較して入熱量が大きい場合には、ガス圧力の関係を逆にする。プラズマ点火後、成膜ガスを処理室内に導入し、化学反応により、ウェハー1面上に酸化石英の薄膜を形成させる。t6にプラズマを消滅させる。これは、μ波パワー、RFパワー、成膜ガスの導入を停止させる事で行う。これにより、プラズマ入熱Q2は、図11に示すように減少し、これにつれて、P1、P2、P3を減少させ、0とする。t7にウェハーを図示しないウェハー昇降ビンにより、ウェハーを持ち上げ、真空ロボットにより、処理室からウェハー1を搬出する。

【0050】（c）ウェハー2枚目のプラズマ処理前

t7～t11間に上記と同じ方法でウェハー1を搬入する。ウェハー一枚目の処理と異なり、ヒータ出力Q1は既にある一定温度まで昇温されているので、Q1より小さな値で十分である。

【0051】（d）ウェハー2枚目のプラズマ処理一枚目と同様であるので説明を省略する。

【0052】上記は、ウェハー1～保持部材2間のガス圧力をウェハー1によって形成される2ヶ所以上の各ガス室を同じ圧力で制御しているが、保持部材～冷却部材間のガス圧力を各ガス室毎に一定（中心部、外周部でガス圧力を一定とする。）にし、ウェハー～保持部材間のガス圧力を各ガス室毎に変化させても同じ効果が得られる。また、図11に示すガス圧力P1、P2、P3ではなく、中心部、外周部のヒータ8の発熱量を、各部位からのウェハー温度をフィードバックして、発熱量を変化させても同じ効果を得られる。また、上記と同じ効果は、冷却媒体10の温度、流量を変化させても得られる。

【0053】冷却媒体10の温度で、冷却部材3の温度分布を直接コントロールでき、又、冷却流量で冷却効果を変化でき、冷却流路での膜温度を変化させられるので、同じく冷却部材での温度分布を同じく変化させ事が可能になる。

【0054】結局、ガス圧力P1、P2、P3が一定でも、上記と同じくウェハー温度分布をある一定値内に制御す

る事が可能になる。但し、制御の応答性から考えると、ウェハー1と保持部材2のガス圧力を各部位毎に変化させた場合が一番制御速度が早く、制御性が良い。

【0055】図11に示すQ1、P1、P2、P3、Q2等は図11では、ある一定時間後に、おいて一定値となっているが、各時間毎に変化させても良い。特に、P1、P2は、プラズマ入熱が時々刻々変化する一般的な入熱パターンにおいては、変化させるのが、良い。

【0056】また、図11では、ガス圧力P1、P2の昇圧開始をヒータ出力が0になってからとなっているが、ヒータがON時から行っても良い。ガス圧力P3をヒータ出力がOFFとなつてから行っても良い。

【0057】図11は、一例を示すものであり、ここでは一々、記載しないが、種々の変形がある。

【0058】図12に本発明の別の実施例を示す。図1との差異は保持部材2とウェハー1間のHeガス圧を中心部、外周部またはそれ以上の独立した部位（複数の伝熱ガス室）に分け、図示していない伝熱ガスの経路を保持部材2の内部に形成して各伝熱ガス室に連通させ、ウェハー裏面の中心部と外周部におけるHeガス圧を変化させるものである。ガス室の部位の分離は静電チャック表面の凹、凸（溝）で形成する。

【0059】この構造図を図13に示す。図13に示すように、保持部材2の中間部に土手部200を形成し、吸着電極7bを土手部200の下に配置し、他の吸着電極7aとは独立させ、他の吸着電極より大きなバイアス電圧を印加し、ウェハーを吸着し、各部位間のHeガス漏れ量を低減させている。図13では土手部200により静電チャック表面の室を2箇所のみに分離したが、これは何箇所であっても良い。又、土手部に小さな幅のスリットを設けても良い。但し、スリット幅はウェハー等の処理物を載せて形成される各部位（伝熱ガス室）毎に圧力を独立に制御できる程度の小さなものとする。

【0060】ここで、上記、ウェハー1と保持部材2の表面の空間に伝熱ガス室を2ヶ所以上、設けるパターンをAとし、保持部材2と冷却部材3との空間に伝熱ガス室を2ヶ所以上、設けるパターンをBとする。

【0061】温度均一性を向上させてウェハー1を処理する為には、少なくとも上記、パターンA、Bのいずれか一方を採用すれば良い。パターンA、Bの両方を採用した場合には、制御対象となる検出温度が多くなる為、制御が難しい等の問題が発生する場合があります、パターンAまたはBのみ採用する事が望ましい。

【0062】図14に本発明の別の実施例を示す。図1との相違はウェハーの温度制御にヒータの発熱量を部位毎に変化させるものである。例えば、図14では中心部ヒータ8b、外周部のヒータ8aで形成する。切り替えスイッチ57により高周波印加時にヒータ8a、8bを切るものである。ウェハー裏面を測温する測温コントローラ41の指示値と目標値との差異をフィードバック回路42で検知しヒータの電力調整器56A、

56Bの設定値を変更する。

【0063】図15に本発明の別の実施例を示す。図1との相違はウェハーの温度制御に冷却水の温度、流量を部位毎に変化させるものである。図15では中心部、外周部の冷却水路で形成するものである。測温コントローラ41の指示値と目標値との差異をフィードバック回路42で検知し、冷却と加熱機能を有するチャネル58の冷却水の温度設定値、流量を変更する。流量を変化させ、冷却流路の壁面での熱伝達係数 α を変化させ、壁面での温度差を制御するものである。但し、チャネル内の冷却媒体の熱容量が大きいため、ヒータを使用したものに比べて応答性は悪い。

【0064】

【発明の効果】本発明によれば、試料を高温で温度分布の均一性を保ち、プラズマ処理する事が可能となり、高品質な処理済試料を提供できる

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す半導体処理装置の側断面図である。

【図2】図1の実施例における保持部材と冷却部材の各平面図である。

【図3】Heガス圧力と熱伝達係数との関係を示す図である。

【図4】プラズマ入熱時の保持部材の変形を示す図である。

【図5】Heガス層の厚みが変化した場合のHeガス圧力と熱伝達係数との関係を示す図である。

【図6】保持部材の熱変形によるウェハー温度上昇分布を示す図である。

【図7】保持部材と冷却部材との間に挟む絶縁物の構造を示す図である。

【図8】プラズマ処理時の保持部材の変形と温度変化を示す図である。

【図9】Heガス層の厚みが変化した場合のHeガス圧力と熱伝達係数との関係を示す図である

【図10】温度制御フローを示す図である。

【図11】本発明の第1の実施例に示す半導体処理装置の、処理フローの例を示すチャート図である。

【図12】本発明の第2実施例を示す半導体処理装置の側断面図である。

【図13】静電チャック部の側断面を示す図である。

【図14】本発明の第3実施例を示す半導体処理装置の側断面図である。

【図15】本発明の第4実施例を示す半導体処理装置の側断面図である。

【図16】ウェハー温度と膜質との関係を示す図である。

【符号の説明】

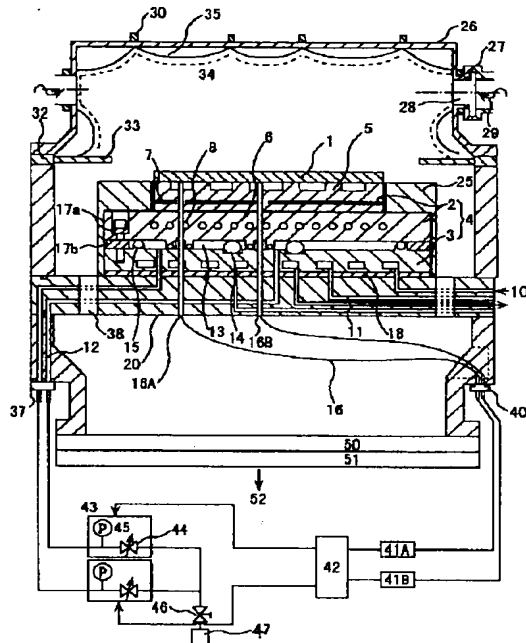
1…ウェハー、2…保持部材、3…冷却部材、4…高温用吸着装置、5…静電チャック部材、6…静電チャック部材支持板、7a、7b…吸着電極、8a…外周ヒータ、8b…中心部ヒータ、10…冷却媒体、11…冷却流路、12…Heガス流

15

路、13…Heガス室、14…リング、10～15…リング、16…光ファイバー温度計プローブ、17a、b…絶縁物、18…絶縁物、20…高温用静電吸着装置支持板、21…絶縁物、26…反応室、27…μ波導波管、28…μ波透過窓、29…μ波、永久磁石、32…ノズルリンク、33…ノズル、34…プラズマ、35…ガス、磁場、36 *

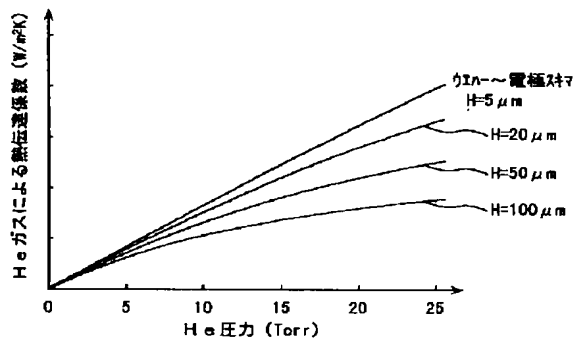
【図1】

図 1



【図3】

図 3

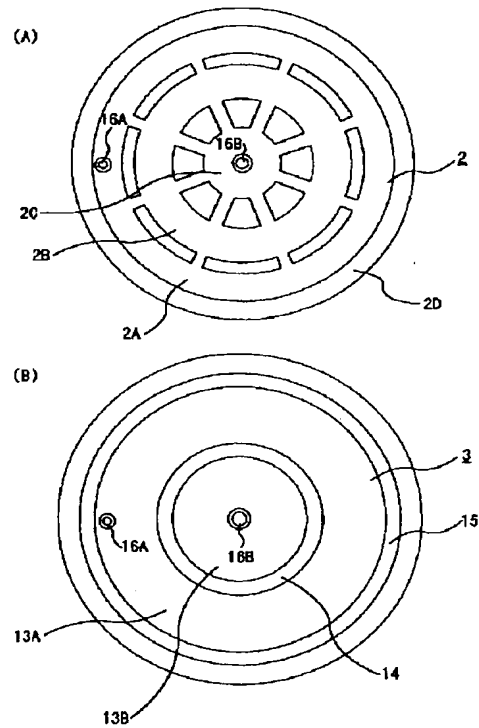


16

*…磁力線、37…フランジ、38…排気穴、40…端子導入フランジ、41…測温コントローラ、42…フィードバック回路、43…圧力コントローラ、44…マスフロー、45…圧力計、46…手動バルブ、47…冷却用ガス、50…メインバルブ、51…ターボ分子ポンプ、52…ドライポンプ、55…プラズマ入熱、56…電力調整器、57…スイッチ、58…チャ-

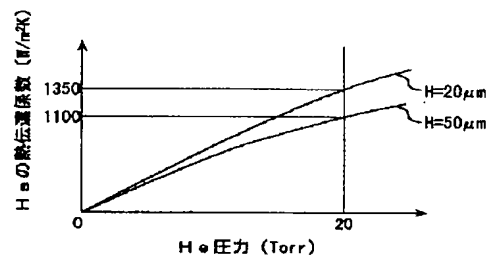
【図2】

図 2



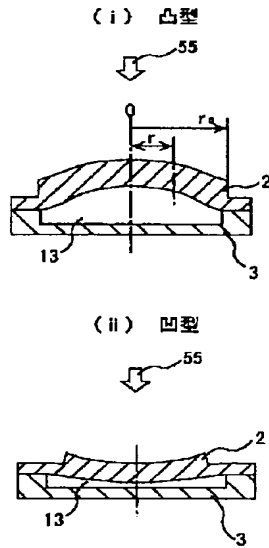
【図5】

図 5



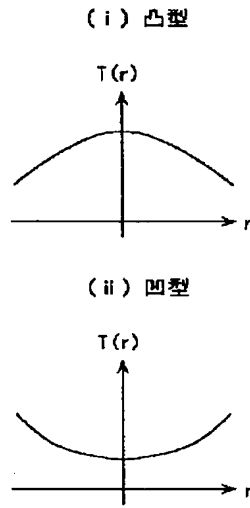
【図4】

図 4



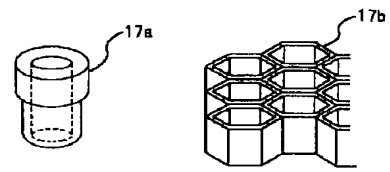
【図6】

図 6



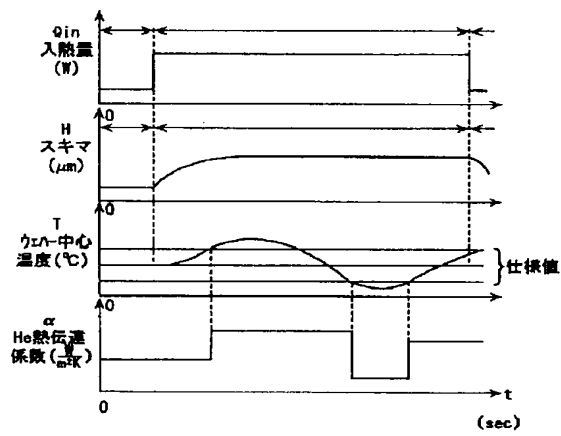
【図7】

図 7



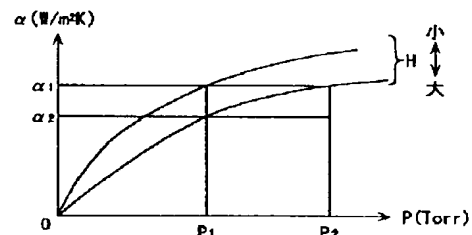
【図8】

図 8



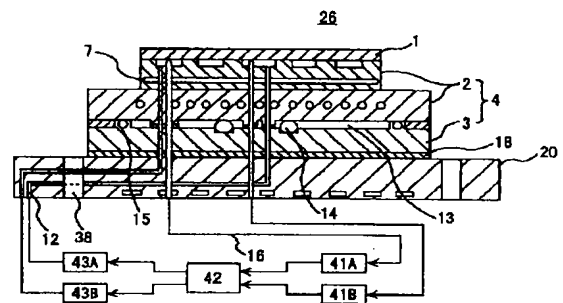
【図9】

図 9



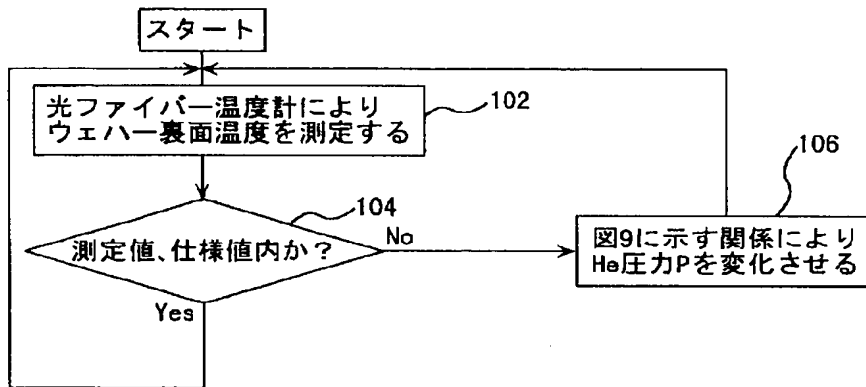
【図12】

図 12

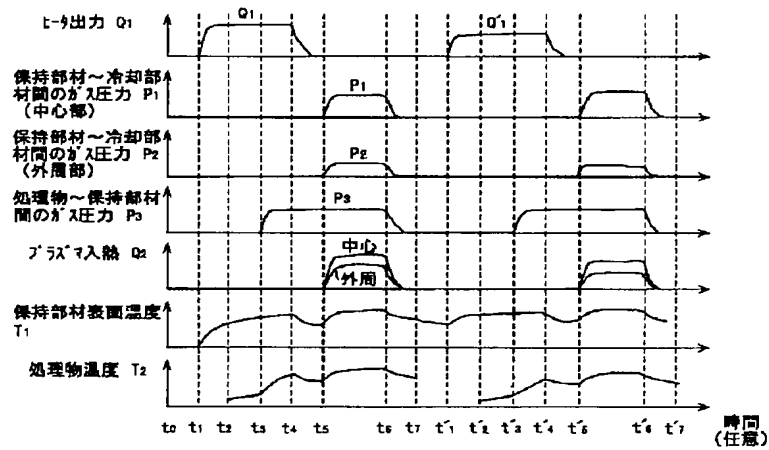


【図10】

図 10

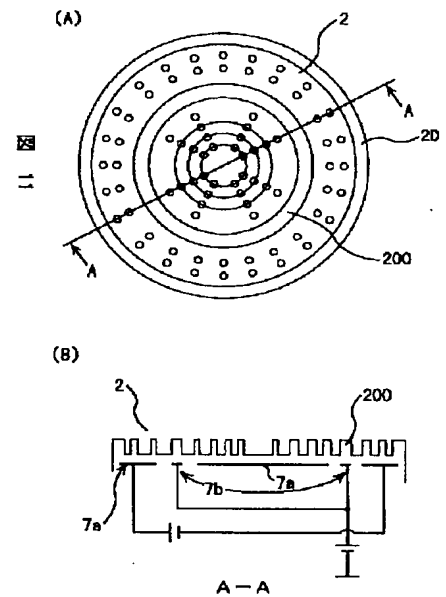


【図11】



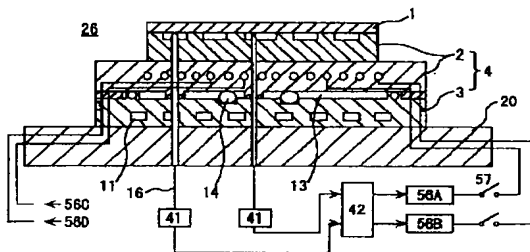
【図13】

図 13



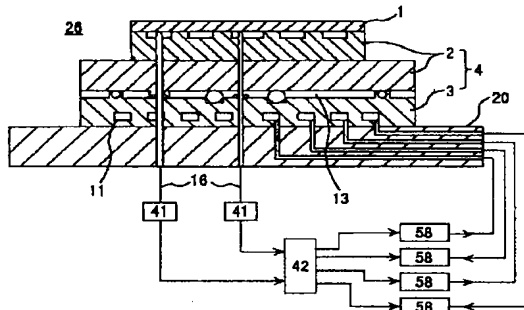
【図14】

図 14



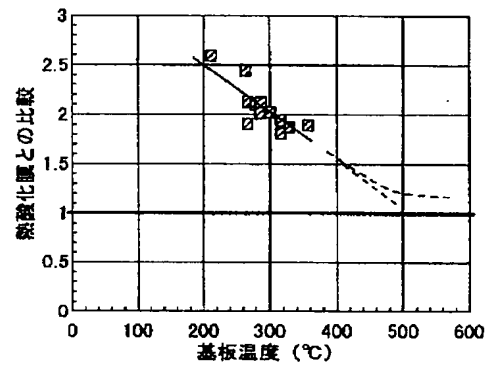
【図15】

図 15



【図16】

図 16



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H01L 21/68

識別記号

F I
H01L 21/68

テーマコード (参考)
R

(72)発明者 宮 豪
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

F ターム (参考) 4K029 CA05 DA08 DC27 JA01 JA05
4K030 CA04 FA01 GA02 JA10 KA23
KA26 KA30 KA39 KA41 LA15
5F031 CA02 CA05 HA16 HA37 HA38
HA39 HA40 JA08 JA46 MA28
MA29 MA32 NA04
5F045 AA08 AC17 AD06 AD07 AD08
AD09 AD10 AD11 BB02 EJ10
EM05